

Pemeliharaan Isolator Kaca Pada Tower Suspenssion T.04 SUTT Line 1 dan 2 Sengkol – Kuta Akibat Korosi Pada Steel Pin

Lalu Muhamad Roviq Akbar ¹, I Nyoman Wahyu Satiawan. ¹, Cipta Ramadhani. ¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram Jl. Majapahit 62 Mataram, INDONESIA 83125

ARTICLE INFO

Article history :

Received August 17, 2025

Revised August 30, 2025

Accepted August 31, 2025

Keywords :

Isolator maintenance;
Steel Pin Corrosion;
150 kV Transmission line;
Isolator Polymer;
Corona ring;

ABSTRACT

Insulator maintenance plays a crucial role in maintaining the reliability of the electricity transmission network, particularly in the 150 kV system. In Tower T.04 of the 150 kV Sengkol–Kuta transmission line, damage was found to the glass-type hanging insulator in the form of corrosion on the steel pin. This damage is thought to be caused by smoke pollution from burning land mixed with air humidity, thereby reducing its mechanical strength and insulating capacity. To address this issue, corrective maintenance was carried out by replacing the glass insulator with a polymer insulator with a corona ring. The work stages included preparing and securing the work area, visual inspection, removing the old insulator, installing the polymer insulator, and a final inspection to ensure operational feasibility. Polymer insulators were chosen because they have better corrosion resistance and require less maintenance than glass insulators. Maintenance results showed that this repair was able to restore the insulation function, increase mechanical strength, and maintain the reliability of the transmission network in environments with high levels of pollution.

Pemeliharaan isolator berperan penting dalam menjaga keandalan jaringan transmisi listrik, khususnya pada sistem 150 kV. Pada Tower T.04 jalur transmisi 150 kV Sengkol–Kuta ditemukan kerusakan pada isolator gantung tipe kaca berupa korosi pada *steel pin*. Kerusakan ini diperkirakan disebabkan oleh polusi asap pembakaran lahan yang bercampur dengan kelembapan udara, sehingga menurunkan kekuatan mekanis dan kemampuan isolasi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan pemeliharaan korektif melalui penggantian isolator kaca dengan isolator polimer ber-*corona ring*. Tahapan pekerjaan meliputi persiapan dan pengamanan area kerja, pemeriksaan visual, pelepasan isolator lama, pemasangan isolator polimer, serta pemeriksaan akhir untuk memastikan kelayakan operasi. Isolator polimer dipilih karena memiliki ketahanan lebih baik terhadap korosi dan membutuhkan pemeliharaan yang lebih sedikit dibandingkan isolator kaca. Hasil pemeliharaan menunjukkan perbaikan ini mampu memulihkan fungsi isolasi, meningkatkan kekuatan mekanis, dan menjaga keandalan jaringan transmisi di lingkungan dengan tingkat polusi tinggi.

Corresponding Author:

I Nyoman Wahyu Satiawan, 1Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram Jl. Majapahit 62 Mataram, INDONESIA 83125
Email: nwahyus@unram.ac.id

1. INTRODUCTION

Keandalan jaringan transmisi listrik sangat bergantung pada kondisi isolator yang memisahkan kabel bertegangan dari rangka menara. Jika isolator mengalami kerusakan, kemampuannya menahan tegangan akan berkurang dan dapat memicu gangguan yang menghambat pasokan listrik. Pada sebuah sistem Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT), salah satu masalah yang sering ditemui adalah karat pada *steel pin* isolator gantung tipe kaca^[6].Karat ini dapat melemahkan kekuatan mekanis isolator sekaligus menurunkan kemampuan isolasinya.

Masalah tersebut ditemukan pada Tower T.04 di jalur transmisi 150 kV Sengkol–Kuta. Hasil pemeriksaan menunjukkan adanya korosi yang kemungkinan besar disebabkan oleh polusi asap pembakaran lahan dan kondisi lingkungan sekitar. Situasi ini menjadi perhatian serius karena isolator berperan penting menjaga keamanan dan keandalan penyaluran listrik.

Beberapa penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa polusi lingkungan dapat mempercepat penurunan kinerja isolator [1][2]. Banyak penelitian juga merekomendasikan penggunaan isolator polimer sebagai alternatif yang lebih tahan terhadap korosi dibandingkan kaca atau keramik. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa korosi pada insulator dapat terjadi melalui mekanisme galvanic maupun elektrolitik, serta sangat dipengaruhi oleh kondisi geografis [5]. Kasus kegagalan pin isolator kaca pada saluran transmisi 500 kV juga pernah dilaporkan, dengan korosi sebagai penyebab utama kerusakan mekanis [3]. Pada level ultra-tinggi, studi pada ±800 kV mengonfirmasi bahwa korosi elektrolitik mempercepat degradasi performa isolasi [4]. Untuk mitigasi jangka panjang, beberapa studi menawarkan solusi pelapis anti-korosi berbasis cerium yang mampu melindungi pin insulator [7]. Selain itu, strategi penggantian insulator berbasis probabilitas kegagalan dengan distribusi Weibull terbukti dapat meningkatkan efektivitas pemeliharaan [10]. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini membahas penggantian isolator kaca dengan isolator polimer yang dilengkapi corona ring pada Tower T.04.

2. METHOD

Sebelum pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan di lapangan, dilakukan serangkaian tahapan persiapan untuk memastikan seluruh proses berjalan aman, efektif, dan sesuai prosedur. Tahapan ini diawali dengan pemeriksaan awal terhadap kondisi tower dan komponen yang terpasang, termasuk identifikasi potensi kerusakan atau anomali. Selanjutnya, ditentukan jenis perbaikan atau penggantian yang diperlukan berdasarkan hasil pemeriksaan tersebut.

Persiapan juga mencakup pengecekan dan penyiapan peralatan kerja yang akan digunakan, serta memastikan seluruh perlengkapan keselamatan telah memenuhi standar kerja di ketinggian dan kondisi bertegangan. Proses ini bertujuan untuk memberikan gambaran jelas mengenai kondisi aktual di lapangan, mengantisipasi potensi risiko, dan memastikan bahwa semua sumber daya yang dibutuhkan tersedia sebelum pekerjaan dimulai. Tahapan-tahapan ini menjadi dasar pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan, yang selanjutnya mencakup kegiatan pemeriksaan kondisi tower, persiapan peralatan, dan penggunaan perlengkapan keselamatan kerja (*other*),

2.1. Inspeksi Pada Tower SUTT T.04 Sengkol – Kuta

Pemeliharaan untuk menentukan anomali yang terdapat pada bagian struktur tower melalui Pemeliharaan Preventif (Preventive Maintenance) melalui inspeksi secara periodik dan pengujian fungsi atau melakukan pengujian dan pengukuran untuk mendiagnosa kondisi peralatan yang dilakukan oleh petugas Ground Patrol.

Table 1. Peralatan dan Sasaran Pemeriksaan

Peralatan yang Diperiksa	Sasaran Pemeriksaan
<i>Insulation / Isolasi</i>	
<i>Non Ceramics Isulation</i>	<ul style="list-style-type: none"> Periksa kondisi <i>insulator</i> apakah normal, pecah, retak atau sobek, menggunakan teropong (<i>Binocular</i>) Periksa apakah steel pinnya mengalami pemekaran akibat korosi atau tidak
Isolasi Udara	Periksa jarak bebas SUTT / SUTET (fasa ke fasa & fasa ke tanah) apakah sesuai ketentuan yang berlaku.

2.2. Metode Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan termasuk kategori *corrective maintenance*, yaitu perbaikan setelah ditemukan kerusakan. Dalam kasus ini, isolator kaca yang berkarat pada bagian steel pin diganti dengan isolator polimer yang dilengkapi *corona ring*. Pekerjaan diawali dengan pemeriksaan kondisi lapangan, menyiapkan peralatan dan perlengkapan keselamatan, serta mengamankan area kerja. Setelah itu, isolator lama dilepas dengan hati-hati agar tidak merusak komponen lain, kemudian diganti dengan isolator baru

sesuai spesifikasi. Tahap terakhir adalah pengecekan untuk memastikan semua terpasang dengan benar dan jaringan siap digunakan kembali.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Berdasarkan hasil Climb up inspection pada Tower SUTT T.04 Sengkol - Kuta didapatkan beberapa anomali pada isolator line 1 dan 2, yaitu isolator Steel Pin pada Isolator mengalami pemekaran akibat korosi/karat. Penyebab dari korosi ini adalah polutan yang dihasilkan dari pembakaran jerami dan dari lingkungan sekitar. Berikut gambar hasil dari inspeksi



Gambar 1. Steel pin isolator korosi

Berdasarkan temuan tersebut, dilakukan tindakan pemeliharaan dengan mengganti isolator kaca yang rusak menggunakan isolator polimer yang dilengkapi *corona ring*.

3.1. Tahap Persiapan

Melakukan analisis persiapan material dan peralatan yang diperlukan dalam pelaksanaan Pekerjaan Penggantian Isolator Suspension pada T. 04 Line 1 dan 2 SUTT 150 kV Sengkol - Kuta kondisi *Off Line*.

Table 2. Peralatan Kerja

Nama Alat	Ukuran	Satuan	Volume
Tali Tambang Transportasi	5/8" x 100 m	Roll	2
Snatch Block	750 kg - 1,5 ton	Buah	3
Lever Block	1,5 – 3 Ton	Buah	2
Toolkit	-	Set	1
Webbing Sling	2 – 6 ton	Buah	6
Tools Bag	-	Buah	2
Karabiner Kecil	22-25 KN	Buah	6
Terpal Plastik	4 x 4 m	Buah	2
Tang Cucut	-	Buah	2
Oben Minus	8 mm	Buah	2

Table 3. Peralatan K3

Nama Alat	Satuan	Volume
Full Body Harness	Buah	6
Lanyard	Buah	6
Double Hook	Pasang	6
Safety Helmet	Buah	10
Safety Shoes	Pasang	10
Safety Gloves	Pasang	10
Kaca Mata Pengaman	Buah	10
Rambu – Rambu K3	Set	1
Perlengkapan P3K	Set	1
Perlengkapan Komunikasi	Buah	2
Perlengkapan Diskusi Lengkap Dengan Buku Instruksi Kerja	Buah	1
Grounding Local	Set	1
Voltage Detector	Set	1

Table 4. Bahan

Nama Bahan	Satuan	Volume
Isolator Polymer	Buah	5

3.2. Tahap Pengerjaan

Melakukan *briefing* sebelum pekerjaan dimulai, semua pekerja akan melakukan pertukaran informasi terkait teknis pelaksanaan pekerjaan, maupun keamanan pekerjaan. Pekerjaan dimulai dengan menyiapkan dan mengamankan area kerja di sekitar Tower T.04. Tim memasang rambu-rambu keselamatan dan *safety cone* untuk memberi tanda bahwa lokasi tersebut hanya boleh diakses oleh petugas. Semua personel lapangan dilengkapi perlengkapan keselamatan, seperti *full body harness*, helm, sarung tangan isolasi, dan sepatu pelindung.



Gambar 2. *Briefing* sebelum memulai pekerjaan

Tahap selanjutnya adalah melepas isolator lama. Proses ini dilakukan hati-hati agar tidak merusak cross-arm atau komponen lain di tower. Tim menggunakan peralatan seperti lever block, snatch block, dan webbing sling untuk membantu pelepasan secara aman.



Gambar 3. Proses pelepasan isolator kaca

Setelah isolator lama dilepas, dilakukan pemasangan isolator polimer baru yang dilengkapi corona ring. Jenis isolator ini dipilih karena lebih tahan terhadap korosi dan memerlukan pemeliharaan lebih sedikit dibandingkan isolator kaca. Pemasangan dilakukan sesuai prosedur, memastikan setiap sambungan kencang dan posisi terpasang dengan benar.



Gambar 4. Proses pemasangan isolator polimer

Pekerjaan ditutup dengan pemeriksaan akhir dan uji fungsi. Tim memastikan semua sambungan aman, isolator terpasang rapi, dan tidak ada bagian yang longgar. Hasil uji menunjukkan jaringan kembali beroperasi normal dan siap digunakan.

Pengujian yang dilakukan membuktikan bahwa jaringan dapat kembali berfungsi normal dan siap dipakai. Hasil ini sejalan dengan penelitian lain yang menekankan pentingnya mengganti insulator berdasarkan kemungkinan terjadinya kegagalan, sehingga proses pemeliharaan bisa dilakukan dengan lebih efisien dan terarah ^[10].

4. CONCLUSION

Penggantian isolator kaca yang mengalami korosi pada Tower T.04 jalur transmisi 150 kV Sengkol–Kuta dengan isolator polimer ber-*corona ring* berhasil memulihkan fungsi isolasi dan kekuatan mekanis sistem, serta meningkatkan keandalan jaringan transmisi. Isolator polimer memiliki ketahanan lebih baik terhadap korosi sehingga dapat mengurangi frekuensi pemeliharaan, terutama di wilayah dengan tingkat polusi dan kelembapan tinggi. Untuk menjaga kinerja jangka panjang, disarankan dilakukan inspeksi visual secara berkala atau monitoring menggunakan konsep Internet of Things agar potensi kerusakan dapat terdeteksi lebih awal dan ditangani sebelum mengganggu operasi system.

Acknowledgments

Penulis menyampaikan terima kasih PT PLN (Persero) Unit Induk Transmisi atas izin dan dukungan yang diberikan selama proses pengambilan data di lapangan. Ucapan terima kasih turut ditujukan kepada seluruh tim lapangan yang telah membantu dalam pelaksanaan penggantian isolator pada Tower T.04 jalur transmisi 150 kV Sengkol–Kuta.

5. REFERENCES

- [1] Aslimeri *et al.* *Teknik Transmisi Tenaga Listrik*, Jilid 2. Jakarta, Indonesia: Direktorat Pembinaan SMK, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [2] Aslimeri *et al.* *Teknik Transmisi Tenaga Listrik*, Jilid 3. Jakarta, Indonesia: Direktorat Pembinaan SMK, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [3] Alexander A. J., *et al.* *A case study of glass insulator pin failure in 500 kV transmission line. Sci Direct. Year unclear.*
- [4] Bin Cao, *et al.* *On-line monitoring, data analysis for electrolytic corrosion of ± 800 kV high voltage direct current insulators*
- [5] Kim T, Lee Y-J, Sanyal S, Woo J-W, Choi I-H, Yi J. *Mechanism of corrosion in porcelain insulators and its effect on the lifetime. Appl Sci. 2020;10(1):423.*
- [6] PT PLN (Persero), *Buku Pedoman Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Tinggi dan Ekstra Tinggi (SUTT/SUTET)*, No. 0520-2.K/DIR/2014. Jakarta, Indonesia: PT PLN (Persero), 2014.
- [7] Sanyal S, *et al.* *Application of noble cerium-based anti-corrosion sealing coating approach applied on electrical insulators installed in industrial regions.*
- [8] S. Suripto, *Buku Ajar Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta, Indonesia: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016.
- [9] Syafriyudin, *Buku Ajar Transmisi Daya Listrik*. [Online]. Available: —, 2012.
- [10] Yi Junsin, *et al.* *Replacement Strategy of Insulators Established by Probability of Failure*

BIOGRAPHY OF AUTHORS



Lalu Muhamad Roviq Akbar lahir di Atambua, Nusa Tenggara Timur, Indonesia, Tahun 2003. Ia mulai menempuh pendidikan tinggi pada tahun 2021 di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram. Akbar saat ini merupakan mahasiswa tingkat akhir dengan minat penelitian pada bidang energi baru terbarukan.
Email: roviqakbar08@gmail.com



I Nyoman Wahyu Satiawan lahir di Singaraja Bali Indonesia, 1970, mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Udayana Bali pada Tahun 1996, gelar Master of Science (M.Sc) dan gelar Doktor (Ph.D) di Liverpool John Moore University, England masing-masing Tahun 2001 dan Tahun 2013. Dr. Satiawan adalah Dosen di Jurusan Teknik Elektro sejak Tahun 1998. Bidang Penelitian yang ditekuni meliputi pengembangan Konverter daya dan kendali motor. Email: nwahyus@unram.ac.id



Cipta Ramadhani, Lahir di Kabupaten Bima, Nusa Tenggara Barat, 1985, mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Mataram pada tahun 2009, Gelar Magister (M.Eng) didapatkan di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta di tahun 2011. Cipta Ramadhani adalah dosen di Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram sejak tahun 2019. Bidang Penelitian yang ditekuni adalah Machine Learning dan Internet of Things.